

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-021679

(43)Date of publication of application : 23.01.2002

(51)Int.Cl.

F02M 51/06

F02D 41/20

F16K 31/06

(21)Application number : 2000-203048

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI CAR ENG CO LTD

(22)Date of filing : 30.06.2000

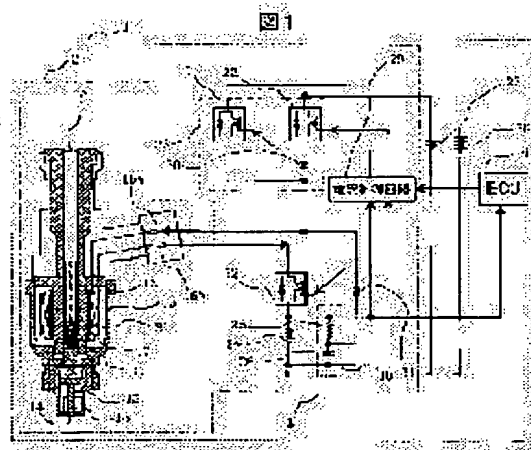
(72)Inventor : ABE MOTOYUKI  
YAMAKADO MAKOTO  
KADOMUKAI YUZO  
ISHIKAWA TORU  
TABUCHI KENJI  
HASUNUMA TAKASHI

## (54) FUEL INJECTION DEVICE AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel injection device, excellent in responsiveness and suitable for injection of fuel, at a low cost and to suppress the occurrence of worsening of control precision of an injection amount occasioned by a change of working environment.

**SOLUTION:** Two power sources are connected to the fuel injection device through a switching means 5 such that the fuel injection device is provided with the two power sources 27 and 28 different in a voltage and the two power sources can be selectively used. A high current energizing time during opening of a valve is decided based on a current detected by a primary delay current detecting means 40 and injection amount control precision on a change of working environment also is ensured.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-21679  
(P2002-21679A)

(43) 公開日 平成14年 1 月23日 (2002. 1. 23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
F 0 2 M 51/06		F 0 2 M 51/06	M 3 G 0 6 6
F 0 2 D 41/20	3 3 0	F 0 2 D 41/20	3 3 0 3 G 3 0 1
F 1 6 K 31/06	3 1 0	F 1 6 K 31/06	3 1 0 A 3 H 1 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-203048(P2000-203048)

(22) 出願日 平成12年 6 月30日 (2000. 6. 30)

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地  
(71) 出願人 000232999  
株式会社日立カーエンジニアリング  
茨城県ひたちなか市高場2477番地  
(72) 発明者 安部 元幸  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
立製作所機械研究所内  
(74) 代理人 100075096  
弁理士 作田 康夫

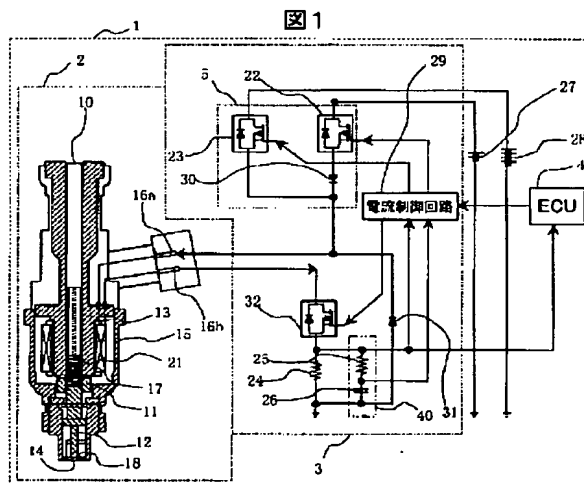
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置及び内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 応答性が良く燃料噴射に好適な燃料噴射装置を低コストで提供する。使用環境の変化に伴う噴射量制御精度悪化を抑制する。

【解決手段】 電圧の異なる 2 つの電源 27、28 を有し、この二電源を選択的に使用できるよう、切換手段 5 を介して燃料噴射装置に二電源を接続する。一次遅れ電流検出手段 40 によって検知された電流に基づいて開弁時の大電流通電時間を決定し、使用環境の変化に対しても噴射量制御精度を確保する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 弁座と、この弁座との間で燃料通路の開閉を行う弁体と、少なくとも 1 つのコイルを有して前記弁体を駆動する駆動手段とを有し、前記燃料通路を開閉して燃料を噴射する電磁式燃料噴射弁と、前記コイルへの通電を制御する制御装置とを備えた燃料噴射装置において、

車両に搭載される 2 つの蓄電池と前記コイルとの間の電氣的接続を開閉する開閉装置を備え、

前記制御装置は、前記弁体を閉弁状態から開弁方向に駆動する場合に、前記 2 つの蓄電池のうち高い電圧の蓄電池を前記コイルに接続し、前記弁体が開弁動作を完了して開弁状態を保持する状態では、前記 2 つの蓄電池のうち低い電圧の蓄電池を前記コイルに接続するように前記開閉装置を制御する装置であって、

前記 2 つの蓄電池の電圧をそれぞれ昇圧することなく前記コイルに印加することを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載された燃料噴射装置において、

前記コイルに流れる電流値の一次遅れ値を検出する手段を有し、

前記制御装置は、前記一次遅れ値に基づいて、前記 2 つの蓄電池のうち高い電圧の蓄電池と前記コイルとの接続を開くように前記開閉装置を制御することを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載された燃料噴射装置において、

一次遅れ値を検出する前記手段は、コンデンサと抵抗器とによって構成されることを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 4】 請求項 1 に記載された燃料噴射装置において、

前記コイルに流れる電流値の時間積分値を検出する手段を有し、

前記制御装置は、前記時間積分値に基づいて、前記 2 つの蓄電池のうち高い電圧の蓄電池と前記コイルとの接続を開くように前記開閉装置を制御することを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載された燃料噴射装置において、

前記コイルに流れる電流値を検出する電流値検出手段を備え、

電流値の時間積分値を検出する前記手段は演算手段を備え、前記電流値検出手段によって検出された電流値を数値演算することによって前記時間積分値を検出することを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 6】 蓄電池から電磁式燃料噴射弁に設けられたコイルへの通電を制御することにより前記電磁式燃料噴射弁から噴射される燃料の量を制御すると共に、前記電磁式燃料噴射弁から噴射された燃料をシリンダ内で燃焼させることによりピストンを駆動して動力を発生する内

燃機関において、

前記蓄電池として電圧の異なる 2 つの蓄電池と、

前記 2 つの蓄電池と前記コイルとの間の電氣的接続を開閉する開閉装置と、

前記コイルへの通電を制御する制御装置として、前記弁体を閉弁状態から開弁方向に駆動する場合に、前記 2 つの蓄電池のうち高い電圧の蓄電池を前記コイルに接続し、前記弁体が開弁動作を完了して開弁状態を保持する状態では、前記 2 つの蓄電池のうち低い電圧の蓄電池を前記コイルに接続するように前記開閉装置を制御する制御装置と、を備え、

前記 2 つの蓄電池の電圧をそれぞれ昇圧することなく前記コイルに印加することを特徴とする内燃機関。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電磁式燃料噴射装置に係り、弁体を駆動する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 内燃機関の電磁式燃料噴射装置においては、一般に電磁弁の開弁・閉弁を電子回路によって制御することによって燃料噴射量を決定している。具体的には、電磁式燃料噴射弁のソレノイドコイルに電圧を印加する時間を制御して燃料噴射量を決定している。

【0003】 このような電磁式燃料噴射装置の従来例として、特開平 11-141381 号公報には、電磁弁の駆動回路に、電磁弁の通電開始時に第 1 の所定電圧を印加する第 1 の高電圧印加手段と、第 2 の所定電圧を印加する第 2 の高電圧印加手段とを備えることにより、弁が開弁から完全に開弁されるまでの任意の期間、ソレノイドコイルにバッテリー電圧を超える電圧を印加できる時間を任意に設定できるようにすることで、電磁弁の開弁動作を確実に行えるように配慮した装置が開示されている。尚、この装置では、電磁弁の開弁状態を維持又は補助するための一定電流を流す定電流回路と、電磁弁への電圧印加を制御するスイッチング回路とを備えており、開弁保持動作では、ソレノイドコイルにはダイオードおよび抵抗を介して接続された車載バッテリー電源より電圧・電流が印加される仕組みになっている。

【0004】 また特開平 4-353240 号公報には、噴射バルブの開動作における通電状態から噴射バルブを開状態に保持する時の通電状態への移行に関して、噴射バルブを全開させるのに必要な起動電流レベルに達し、かつ一定の動作時間が経過した後に保持電流レベルに切り換えることで、噴射バルブの開動作の応答性および安定性の両方を確保する装置が開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 燃料噴射装置は噴射できる最大の噴射量と制御可能な最小噴射量との比であるダイナミックレンジが広いことが内燃機関の燃費改善のために必要であり、このために通電時間の幅に対して弁

10

20

30

40

50

体が正確に応答し、噴射量を精度良く制御できることが要求され、このために開弁時に大きい起磁力を発生させて速やかに開弁させ、弁体の保持時には小さい起磁力にて弁体を保持し、通電停止時に速やかに閉弁させることが必要となる。

【0006】特開平11-141381号公報に記載された装置では、第1及び第2の高電圧印加手段として第1及び第2の昇圧電源部を備える必要があるが、一般的にこのような昇圧電源部は物理的な大きさあるいは発熱の問題のためにECU（エンジン・コントロール・ユニット）とは別個に設置しなければならず、また昇圧電源部自体も高価であることから、装置のコストが上昇する。

【0007】さらに内燃機関は通常複数の気筒を備え、特に筒内直接噴射式の内燃機関においては、各気筒に少なくとも一つの燃料噴射装置を備える必要があることから、気筒数が増加した場合、昇圧電源部の大型化或いは複雑化を招く。

【0008】また、この装置では、第2の昇圧電源部により、第1の昇圧電源部によって立ち上がった大電流を維持するのに必要最低限の電圧を発生することについて配慮しているが、燃料噴射が第1及び第2の昇圧電源部に用いられるコンデンサの容量によって制約を受けることに変わりはない。すなわち、コンデンサが放電してしまふと燃料噴射を行うことができなくなり、特に短時間に連続した燃料噴射を繰り返し行う場合に条件が厳しくなる。例えば、筒内直接噴射式の内燃機関では、安定した燃焼を得るために、一回の燃焼につき時間的に近接した2回の噴射を行うことが有効であるが、この場合にコンデンサの容量が問題となる。

【0009】また、この装置では、開弁時の大電流を通電から保持動作へ移行する時期を適切に決定する方法については開示されていない。

【0010】燃料噴射装置の開弁動作においては、印加する電圧とコイルの内部抵抗および温度など使用する環境条件の変化してもダイナミックレンジを維持できることが望ましく、弁体が完全に開弁し、かつ過剰な電流投入によって小噴射量での噴射量制御精度を低下させないことが必要であり、開弁動作における大電流の通電時間あるいは通電する電流値を補償することが好ましい。

【0011】特開平4-353240号公報では、開弁時において噴射弁の全開に必要な電流値に達し、かつ一定の動作時間が経過した後に、保持電流レベルに切り換える方法が開示されているが、開弁の安定性と燃料噴射量の制御精度を両立させるための適切な開弁時電流値と通電時間とが、必ずしも一意に決まるわけではなく、印加する電圧とコイルの内部抵抗および温度などの使用条件変化に対しての配慮が必ずしも十分ではなかった。

【0012】本発明の目的は、応答性の高い小型化可能な燃料噴射装置を低コストで提供することにある。

【0013】さらに本発明の目的は、使用条件の変化に対しても高い制御精度で燃料噴射を行うことができる燃料噴射装置を提供することにある。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】 応答性の高い小型化可能な燃料噴射装置を低コストで提供するために、本発明にあっては、車両に備えられた二種類の電圧の異なる電源、すなわち蓄電池（バッテリー）のうち、電圧の高い方を開弁時に印加し、電圧の低い方を保持時に印加できるよう、二つの電源を切り換え手段によって接続する。これによって開弁時に要求される速やかな開弁と、小さい起磁力での弁体保持が実現されて、バッテリー電圧を昇圧する昇電圧手段は不要となり、コストの上昇を抑えることができる。

【0015】また、使用条件の変化に対しても高い制御精度で燃料噴射を行うことができる燃料噴射装置を提供するために、磁気吸引力を電流の一次遅れ或いは時間積分値によって検出するようにしたことにより、電源の電圧、コイルの内部抵抗値などに変動があった場合においても所望の磁気吸引力を発生させることができ、確実に開弁動作が可能となり、開弁時に大電流を通電する動作（通電状態）から開弁した状態を保持する保持動作への切換時期における磁気吸引力の変動を抑えて、噴射量制御の精度を確保することができる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態の一例を図面を参照して説明する。

【0017】まず、本発明に係る燃料噴射装置の構成を、図1に示して説明する。図1において燃料噴射装置1は、燃料噴射弁2と駆動回路3と低電圧電源27および高電圧電源28から構成される。燃料噴射弁2は、通常時閉型の電磁弁の一種であり、ソレノイドコイル21に通電されていない状態では、可動である弁体12がコイルばね17によって付勢される力により弁座18に密着して閉状態となっている。燃料噴射弁2は、コア13、アンカー11、ヨーク15とで磁気回路を構成しており、アンカー11とコア13との間に空隙を有している。

【0018】次に、燃料噴射弁2の基本的な動作を説明する。

【0019】ソレノイドコイル21に通電すると、アンカー11とコア13との間に磁気吸引力が生じ、磁気吸引力がコイルばね17がアンカー11を開弁方向に押している力より大きくなるとアンカー11がコア13の側に吸引され、アンカー11と接合されている弁体12と弁座18との間に空隙を生じて開弁して、燃料通路10より供給された燃料が噴口14より燃料が噴射される。ここで、磁気回路中における渦電流の影響のために、電流の一次遅れで磁束が発生し、アンカー11とコア13の間に発生する磁気吸引力は電流の一次遅れとなる。し

たがって、弁体 12 はソレノイドコイル 21 への通電開始からタイムラグを伴って開弁する。

【0020】閉弁している状態においては、磁気回路中の可動体である弁体 12 が弁座 18 に密着しており、したがってアンカー 11 とコア 13 とのギャップが大きく、磁気抵抗が大きい状態にある。また燃料噴射弁 2 内部では、供給されている燃料圧力と噴口 14 外部の圧力差によって弁体 12 には弁座方向（図中下方向）、すなわち閉弁状態を保つ方向の力がコイルばね 17 によって付勢された力に加えて弁体 12 に働いている。したがって閉弁状態から開弁状態に動作させる開弁動作を行うためには、コア 13 とアンカー 11 とのギャップによる磁気抵抗に抗して磁束を増加させ、かつ弁体 12 に働く閉弁方向の力に抗して開弁するだけの吸引力を発生させるために、ソレノイドコイル 21 に大電流を通電して磁気回路を励磁する必要がある。前記のように、開弁時に大電流を通電する動作を、以後開弁過励磁動作と称する。

【0021】開弁過励磁動作によって開弁されるとアンカー 11 とコア 13 とのギャップは狭まって磁気抵抗は減少し、また燃料が流れることによって弁体 12 前後の燃料圧力による圧力差はバランスし、弁体 12 に働く流体力は圧力損失によるものだけとなり、弁体 12 に働く閉弁方向への力は小さくなる。したがって閉弁状態を保持するための電流は、開弁動作に必要な電流値よりも小さくて良い。このように開弁状態を保持する動作を、保持動作と称する。

【0022】ソレノイドコイル 21 への通電が停止すると、磁気回路中の磁束が減少し、磁気吸引力が小さくなり、コイルばね 17 によって付勢された力によって弁体 12 は弁座 18 に着座し、燃料の噴射は停止される。この際にも渦電流の影響によって磁気吸引力が電流の停止に対して一次遅れで立ち下がり、弁体 12 は通電の停止からタイムラグを伴って閉弁する。

【0023】燃料の噴射量は、ソレノイドコイル 21 へ通電する時間の長さによって制御する。

【0024】次に燃料噴射弁 2 を駆動する駆動回路 3 の構成と、開弁時における開弁過励磁動作および保持時における保持動作について説明する。

【0025】ソレノイドコイル 21 の端子のうち一方である 16a は、スイッチ 32 と電流検出抵抗 24 を介して接地されている。ソレノイドコイル 21 の接地されていない側の端子 16b は、低電圧側（例えば 14V）電源 27 に切換手段 5 を構成するスイッチ 22 およびダイオード 30 を介して接続される一方で、高電圧側（例えば 42V）電源 28 と切換手段 5 を構成するスイッチ 23 を介して接続されている。また、ソレノイドコイル 21 の接地されていない側の端子は、グラウンドからソレノイドコイル 21 への方向を順方向とするダイオード 31 を介して接地されている。

【0026】低電圧側電源 27 及び高電圧側電源 28 は

いずれも車両に搭載された蓄電池（バッテリー）である。

【0027】スイッチ 22 およびスイッチ 23 を ON/OFF させる信号は電流制御回路 29 から入力される。スイッチ 22 とスイッチ 23 には、半導体スイッチ素子（電界効果トランジスタもしくはバイポーラ・トランジスタなど。本例では P チャネルパワー MOSFET）を用いるとよい。

【0028】電流制御回路 29 は ECU 4 から入力される時間幅を持ったパルス信号（Ti パルス）に基づいてスイッチ 22 とスイッチ 23 の ON/OFF 動作を行う。

【0029】ECU 4 は内燃機関の運転状況（回転数、負荷、アクセル開度など）に基づいて噴射量を決定し、決定された噴射量に対応する時間幅の Ti パルスを電流制御回路 29 に出力する。Ti パルスの時間幅は、決定された噴射量と、燃圧（燃料供給圧力）、電源 27 および 28 の電源電圧に基づいて ECU 4 が決定する。決定された Ti パルスは、ECU 4 が電流制御回路 29 に出力する。

【0030】また、電流検出抵抗 24 のうち接地されていない側は電流制御回路 29 および ECU 4 と接続されている。

【0031】図 2 は ECU 4 から出力される Ti パルスと、スイッチ 22 およびスイッチ 23 の ON/OFF 動作、ソレノイドコイル 21 に印加される電圧、ソレノイドコイル 21 に流れる電流（電流検出抵抗 24 の端子間電圧）および弁体 12 のリフト量を示したものである。

【0032】まず、燃料噴射装置の駆動に関する一連の動作を説明する。

【0033】Ti パルスが電流制御回路 29 に入力されると、電流制御回路 29 はまずスイッチ 32 とスイッチ 23 を ON にし、ソレノイドコイル 21 へ高電圧電源 28 による電圧の印加を行う。高い電圧側の電源 28 から電流を供給することで、磁気回路に速やかに大きな起磁力を投入することができ、コア 13 とアンカー 11 の間のギャップによる磁気抵抗に抗して磁束を発生させ、弁体 12 に磁気吸引力をはたらかせることで、開弁する。ここで、スイッチ 23 が ON となっている時にも、ダイオード 31 を有することで、高電圧側の電源 28 から低電圧電源 27 へ、スイッチ 22 が等価的に有しているダイオードを通じて電流が流れてしまうことを防止することができる。

【0034】開弁の後に、電流制御回路 29 はスイッチ 23 を OFF にし、保持動作へ移行する。弁体 12 の保持時にはスイッチ 23 を OFF にし、電流制御回路 29 が電流検出抵抗 24 によって検出した電流値、具体的には電流検出抵抗 24 の端子間電圧が所定の値の範囲をとるように、スイッチ 22 を ON/OFF し、一定の電流が流れるよう制御する。すなわち、電流検出抵抗 24 の端子間電圧が所定の値を超えたときにはスイッチ 22 を

OFFに、電流検出抵抗24の端子間電圧が所定の値より小さくなったときにスイッチ22をONにする。スイッチ22をONにするときの電流検出抵抗24の端子間電圧の所定値と、OFFにするときの所定値は異なっても良く、スイッチ22をONにするときの電流検出抵抗24の端子間電圧の所定値はOFFするときのそれより大きくすると良い。このように電流検出抵抗24の端子間電圧が所定の範囲になるようにスイッチ22のON/OFFを制御することで、スイッチ22のON/OFFの間隔が小さすぎることがなくなり、スイッチ素子がスイッチングできる周波数の限界を超えないようにすることができる。

【0035】Tiパルスが立ち下がると、スイッチ22のON/OFFを停止してOFFにし、スイッチ32をOFFにする。スイッチ32は、スイッチ23のOFF時にソレノイドコイル21へ電流を還流させて過大なフライバック電圧が発生することを防ぐダイオード31から、Tiパルス停止後にコイルへ電流が流れて電流の立ち下がりが鋭くならないことを防止するためのものである。

【0036】上記のように切換手段5を介して2つの電源27、28をソレノイドコイル21に接続することで、ソレノイドコイル21へ必要に応じて高電圧と低電圧の両電源から選択的に通電させることができるようになる。開弁時には高電圧電源側から電圧を印加して電流の時間変化率を高め、急速にかつ大電流を投入が可能となることで、開弁時の磁気吸引力の時間変化率も大きくなり、したがって入力されたTiパルスに対して弁体12を高速に応答させることができる。

【0037】上記のように車載されている2つの電源27、28を切換手段5によって切り換えて用いることで、開弁過励磁動作のために昇電圧手段を用いる必要がなく、省スペースを実現でき、燃料噴射装置のコストを抑えることができる。

【0038】上記のように、昇電圧手段を用いずに電源から直接ソレノイドコイル21に電流が供給されることから、コンデンサなどの高電圧蓄積手段からの放電に依らずに高い電圧を印加することができ、高電圧蓄積手段の容量や蓄積された電荷に依らず、高電圧印加時間を任意に設定できるようになる。これにより、燃料圧力、温度、コイルの内部抵抗、配線の抵抗、電源電圧などが変化し、比較的長い時間高電圧印加を行う必要が生じる場合にも、開弁を確実に行うことが可能となる。

【0039】加えて、高電圧蓄積手段からの放電に依らず、電源から高い電圧の印加ができることは、一度燃料噴射を行ってから次の噴射までの間に、電圧の昇圧と高電圧の蓄積の時間を要しないため、燃料の噴射を短い間隔で近接して複数回行わせることも可能になる。

【0040】さらに、切換手段5の構成要素として、スイッチ22とスイッチ23の接点とスイッチ22の間

に、スイッチ22からソレノイドコイル21への方角を順方向とするダイオード30を用いることによって、電圧の異なる2つの電源を接続する場合における高電圧電源28から低電圧電源27へ電流が流入することを抑止できる。

【0041】開弁過励磁中の動作においては、上記のようにスイッチ23をONにすることで行えるが、開弁をより確実にを行う目的で開弁過励磁動作を比較的長く行う場合には、スイッチ23をON/OFF制御し、例えば電流検出抵抗24からの検出値が一定になるように制御することもできる。このように開弁過励磁動作の時間を延長することによって、開弁した直後の弁体12の振動など機械的運動状態の不安定さを低減することができ、燃料噴射量制御の精度悪化を防ぐことができると共に、電流制御することによって開弁時に必要以上の電流が投入されることを抑制し、過剰な電流による磁気吸引力が過剰に発生することによる小Tiパルス幅における開弁遅れの増大を防ぎ、小Tiパルス幅における燃料噴射量の制御精度を確保することができる。

【0042】保持動作においては、上記のようにソレノイドコイル21を流れる電流が一定となるように制御することで、保持状態における磁気吸引力を電源電圧に依らず一定に保つことができ、電源電圧が変動した場合においても開弁遅れが一定となって、燃料噴射装置の噴射量制御の精度を上げることができる。

【0043】また上記のような定電流制御によれば、保持電流は開弁過励磁のための電流よりも小さく設定することができ、また高速な開弁過励磁のためにソレノイドコイル21のインダクタンスを小さくまたは抵抗を小さくした場合においても、電流値はこれと無関係に弁体12の開弁状態保持に必要な電流値以上に電流が流れることがない。これにより、保持時の磁気吸引力は開弁時のそれよりも小さくできる作用があり、したがって噴射停止時、すなわち電流通電停止時の開弁遅れを小さくできる。

【0044】また、電流制御回路29は低電圧電源27から供給する電圧を用いてソレノイドコイル21への電圧印加をON/OFFすることから、電圧印加ON時の電流の時間変化率が、高い電圧を印加した場合に比して減少し、スイッチ22をON/OFFする周波数が小さくなり、したがってスイッチ22に用いるスイッチ素子のスイッチング損失による発熱を抑えることができ、また低価格なスイッチ素子を用いることができコストを抑えることができる。あるいは、スイッチング周波数を、高い電圧を印加して保持を行った場合と同等になるように電流制御のしきい値の幅を決定すると、電流の時間変化率が小さいことからしきい値の幅は小さく設定できることとなり、電流制御の精度を向上することができる。また電流の時間変化率が小さいことから、輻射ノイズが小さくなり、輻射ノイズを抑えるためのシールド線

などを廉価なものに置き換えることができる。

【0045】なお、ソレノイドコイル21の抵抗値および巻数を、保持時の印加電圧にて飽和する電流値でかつ保持可能な起磁力を投入でき、さらに開弁時に十分高速にかつ十分な起磁力を投入できるように選定することで、電流制御動作を省略することができる。スイッチのON/OFFによる電流値の制御を行わないことで、電流値の急激な変化が起らず、電流値の急変によって生じる輻射ノイズが発生しなくなる。これにより、輻射ノイズが外部へ漏れることを防ぐためのシールド線など、

ノイズ対策を施す必要が無くなって、コストを削減することができる。

【0046】以下に、開弁過励磁動作から保持動作への移行に関して、移行のタイミングを決定する方法について説明する。

【0047】図3はTiパルスの入力から、開弁過励磁動作、保持動作への移行に関して、ソレノイドコイル21に印加される電圧と、ソレノイドコイル21に流れる電流値（電流検出抵抗24からの検出電圧）と、磁気吸引力を模擬した一次遅れ電流の検出値と、磁気吸引力、および弁体12のリフト量を示したものである。

【0048】開弁過励磁動作において、ソレノイドコイル21に電流が投入されると、磁気吸引力は電流の一次遅れにて立ち上がる。磁気吸引力が、弁体12を押すコイルばね17の力と供給された燃料圧力による力の和によって決定される開弁に必要な力の大きさ（図中開弁レベル）を上回ると、弁体12のリフトが開始される。弁体12はリフトすると、燃料噴射装置内に備えられたストッパに衝突してバウンドしながらやがて開状態となる。弁体12が開状態となると、アンカー11とコア13の間のギャップが減少することによって磁気抵抗が減り、磁束が増えて磁気吸引力は増加する。一方で、保持するために必要な磁気吸引力のレベル（図中保持限界レベル）は、開弁によって流体力が減少するために、減少する。開弁の後、開弁過励磁動作が終了するまでの間、電流の一次遅れにて増加しつづけ、開弁過励磁動作を停止して電流値を保持電流にまで低下させると、磁気吸引力は電流値の一次遅れで減少して行き、ある磁気吸引力のレベル（保持レベル）に収斂する。Tiパルスが立ち下がって保持電流がOFFとなると、磁気吸引力は一次遅れで立ち下がり、磁気吸引力が保持限界レベルを下回ると弁体12が弁座方向に変位して、開弁する。

【0049】ここで、弁体12の開弁に伴うギャップの縮小による磁気吸引力の変化は、燃料噴射弁2を構成する磁気回路の特性によって決まる一定量だけの变化である。また開弁から閉弁までの間においてはこのような変化はなく電流の一次遅れとなる。燃料噴射弁の特性を決定する開弁から閉弁までの間の磁気吸引力は、電流の一次遅れ値を以て代表させることができる。

【0050】図4は開弁過励磁動作から保持動作への切

り換えを、電流値にしきい値を設けて、電流値が所定値に達したことを検知して切り換える動作を行った場合の、一次遅れ電流値と、弁体12のリフト量の例を示したものである。

【0051】電源の電圧が変動し、電圧が高くなった状態では、電流は急速に立ち上がるが、一次遅れ電流、すなわち磁気吸引力は電流よりも立ち上がりが遅く、磁気吸引力が不足の状態を開弁過励磁動作の電流が停止され、弁体12の運動が安定しないまま磁気吸引力が減少し、したがって開弁時の弁体12の運動が不安定となって、燃料噴射量の制御精度が悪化する。また、電圧が低い状態では、電流値の立ち上がりは遅く、所定の電流値に達するまでの時間が長くなり、磁気吸引力は過剰に発生している状態となり、この結果、小Tiパルス幅での開弁遅れが増大して燃料噴射量の制御精度を悪化させる。

【0052】したがって、電源電圧が変動した場合においても燃料噴射量の制御精度を維持するためには、磁気吸引力が過不足なく発生していることが必要となる。

【0053】本発明では上記問題を解決するために、開弁過励磁の動作、すなわちスイッチ23のONによる急速な電流投入から、保持励磁の動作、すなわちスイッチ23をOFFにしてスイッチ22のON/OFFによる定電流動作への切り換え時期は、図1に示す電流制御回路29に接続された一次遅れ電流検出手段40のコンデンサ26の端子間電圧に基づいて決定する。

【0054】一次遅れ電流検出手段40は、コンデンサ26と抵抗器25からなる、磁気吸引力を模擬的に検出する手段である。一次遅れ電流検出手段40は、コンデンサ26と抵抗器25が直列に接続されたものから構成され、電流検出抵抗24と並列に接続されている。

【0055】一次遅れ電流検出手段40は直列に接続されたコンデンサ26と抵抗器25によって、CR直列回路を形成し、一次遅れ検出手段40の両端に印加される電圧は、電流検出抵抗24の端子間電圧、すなわちコイルに流れる電流値に比例した値となる。このような接続によって、コンデンサ26の端子間には電流値の一次遅れ値に比例した電圧値を生じさせることができる。

【0056】直列に接続されたコンデンサ26と抵抗器25の夫々の値は、それらが構成するCR直列回路の時定数がインジェクタの磁気回路が有する時定数、すなわちソレノイドコイル21に印加した電流に対する磁気吸引力の立ち上がりの時定数と一致するように設定すると良い。一般に、電流投入時に磁気回路中に生じる渦電流が形成する磁界によって、磁気吸引力はソレノイドコイル21に流れる電流の一次遅れとなることから、上記のような一次遅れ検出手段40を用いることによって、磁気吸引力の立ち上がりをコンデンサ26の端子間電圧として読み出すことが可能となり、開弁に要する磁気吸引力に到達したことを容易に検知できる。

【0057】本例では、電流検出抵抗 24 とコンデンサ 26 の一方の端子は接地されており、他方の端子をそれぞれ電流制御回路 29 への入力としてグラウンドとの電圧が入力信号となるようになっているが、電流検出抵抗 24 とコンデンサ 26 とは必ずしもグラウンドに直接接続されている必要はなく、グラウンドに直接接続されないような場合には電流検出抵抗 24 の端子間電圧、およびコンデンサ 26 の端子間電圧をそれぞれ電流制御回路 29 への入力としてもよい。

【0058】一次遅れ電流検出手段 40 を用いた制御について、図 5 を用いて説明する。

【0059】電流制御回路 29 が、ECU 4 からの Ti パルス入力を受けてスイッチ 23 を ON にし、ソレノイドコイル 21 に高電圧電源側の電圧が印加され、開弁過励磁のための電流が流れる。この間電流制御回路 29 は、コンデンサ 26 の端子間電圧を監視しており、この端子間電圧が所定の値に達した時点でスイッチ 23 を OFF にする。

【0060】開弁に要する磁気吸引力に対応する一次遅れ電流値のしきい値は、燃料噴射装置の使用環境条件、すなわち温度、供給燃圧などによって変更できるようにすると良い。例えば、供給燃圧が高い場合にはしきい値を大きくすることで、十分な磁気吸引力を供給することができ、燃料圧力が高い場合であっても確実に開弁できる。供給燃圧が低い場合にはしきい値を小さくすることで、開弁過励磁の停止直後に過剰な磁気吸引力を供給してしまうことがなく、したがって小 Ti パルス幅での開弁遅れの増大を抑制でき、噴射量制御精度を向上することができる。燃圧の高低によって一次遅れ電流値のしきい値を適切に制御することで、広い燃圧の範囲で噴射量精度を損ねることなく燃料噴射を確実に行うことができる。

【0061】スイッチ 23 が OFF となることで、高電圧印加は停止され、ソレノイドコイル 21 を流れる電流は急峻に小さくなる。この段階で、前記した保持励磁の動作に切り換え、電流制御回路 29 によってスイッチ 22 の ON/OFF 動作による定電流制御を行う。

【0062】コンデンサ 26 の端子間電圧を監視することで、電流の一次遅れ値を監視することができ、磁気吸引力を監視することと同等の効果が得られるため、高電圧と低電圧の電源を切りかえる時期に付いて、電源電圧、配線の抵抗、コイルの内部抵抗などの影響に依らずに、開弁に必要な磁気吸引力を発生させることが可能となる。

【0063】図 6 は本発明による燃料噴射量の Ti パルス幅に対する特性と、電流制御による方法の比較を行ったものである。

【0064】開弁過励磁動作から保持動作への切換を、ソレノイドコイル 21 の電流値が所定の値になったことを検出するような方法による場合、前記したように電流

値と磁気吸引力とは一致していないために、切換直後の磁気吸引力が過剰であったり、あるいは不足となることがある。切換直後の吸引力が過剰である場合には、開弁遅れが増大し、したがって入力された Ti パルス幅に対して燃料噴射量は増える方向に変化し、燃料噴射量の Ti パルスに対する直線性が悪化し、燃料噴射量制御の精度が悪化する。また、切換直後の磁気吸引力が不足した場合、開弁後の弁体の運動がバウンドによって不安定となり、小さいパルス幅に対しては開弁遅れが小さくなり、噴射量は減少する方向に変化する。このために燃料噴射装置に入力された Ti パルス幅に対して噴射量の直線性が悪化し、燃料噴射量制御の精度が悪化する。本発明に依れば、磁気吸引力を模擬した一次遅れ電流値を用いて開弁過励磁動作から保持動作への移行のタイミングを決定しているので、切換直後の磁気吸引力は常にほぼ一定となり、したがって上記のような磁気吸引力の過不足の問題が生じず、燃料噴射量の Ti パルス幅に対する直線性が向上し、燃料噴射量制御の精度を向上することができる。

【0065】開弁過励磁動作においては、コンデンサ 26 の端子間電圧が所定の範囲となるようにスイッチ 23 を ON/OFF し、開弁過励磁の時間を延長してもよい。このように開弁過励磁動作の時間を延長することによって、開弁した直後の弁体の振動など機械的運動状態の不安定さを、磁気吸引力によって必要な時間だけ開弁側に吸引しつづけることで抑え、これに伴う燃料噴射量制御の精度悪化を防ぐことができる。加えて、開弁過励磁の延長時間に依らず、延長時間内の磁気吸引力を一定にすることができ、磁気吸引力が過剰に発生することを抑制できる。これによって、小 Ti パルス幅における開弁遅れの増大を防ぐことができ、小 Ti パルス幅における燃料噴射量の制御精度を確保することができる。また磁気吸引力に基づく制御であることから、高電圧側電源の電圧、ソレノイドコイル 21 の内部抵抗、配線の抵抗、温度など噴射量精度に影響を与える因子に影響することなく開弁時に一定の磁気吸引力を与えることができ、噴射量精度を高めることができる。

【0066】保持励磁動作の電流制御においては、電流値を一定にするのではなく、コンデンサ 26 の端子間電圧が所定の範囲となるように制御を行っても良い。図 7 は前記のようにコンデンサ 26 の端子間電圧が所定の範囲となるような制御を行った場合の、スイッチ 12、13 の動作と、ソレノイドコイル 21 に印加される電圧と、ソレノイドコイル 21 に流れる電流を示したものである。コンデンサ 26 の端子間電圧が一定となるような制御を行った場合、コンデンサ 26 の端子間電圧は電流値の一次遅れとなっていることから電流値の変化に比べて緩やかであり、したがってスイッチが電流を ON/OFF する周波数が小さくでき、半導体スイッチング素子の発熱を抑えることができ、また低価格な半導体スイッ



チング素子を用いることができコストを抑えることができる。

【0067】また上記のようにコンデンサ26の端子間電圧によって保持動作の電流を決定することで、高電圧印加停止後の磁気吸引力が、保持に必要な吸引力に小さくなるまで電圧の印加が停止されることとなる。これにより、開弁過励磁動作停止後の磁気吸引力は大きい時間変化率で所定値にまで立ち下がり、磁気吸引力が一定となるまでの時間を短くすることができる。磁気吸引力が一定であることは開弁遅れが一定であることを意味し、このような方法を用いることで、より短いTiパルス幅まで噴射量のTiパルス幅に対する直線性を保ち、精度良く小さい噴射量を得ることが可能になる。

【0068】上記のような開弁過励磁動作停止後速やかに磁気吸引力を保持レベルにまで下げる効果は、電流値が所定の範囲となるように制御する場合であっても、高電圧印加停止直後から保持動作に移行するまでの時間において、スイッチ22、23のON/OFFを上記のようにコンデンサ26の端子間電圧によって決定しても得られる。すなわち、スイッチ23のOFFによる高電圧印加停止直後に、所定の時間あるいは所定の電流値ではなく、磁気吸引力に相当するコンデンサ26の端子間電圧が所定値に減ずるまでスイッチ22、23を共にOFFにしてソレノイドコイル21への電圧印加を停止することで、電源電圧、コイルの内部抵抗、配線の抵抗、温度などの条件に依らずに、高電圧印加停止直後の磁気吸引力が所定の値となった時点で保持動作に移らせることができる。これにより、高電圧印加停止後速やかに一定の磁気吸引力とすることができ、開弁遅れも速やかに一定値となつて、燃料噴射量の精度を小Tiパルス幅においても得ることができる。

【0069】上記した開弁過励磁動作から保持動作への移行タイミングの決定は、一次遅れ電流検出手段40による一次遅れ電流の検出に基づいているが、前記一次遅れ検出手段40を電流値の時間積分値検出手段に置き換えても行うことができる。一般的に、電流値の時間積分値は、時間が時定数よりも小さい範囲において電流値の一次遅れ値と良く一致し、したがって電流値の一次遅れ検出手段40を、時間積分値検出手段に置き換えることができる。

【0070】電流値の時間積分値の検出手段としては電流検出手段24と接続されたECU4が例として挙げられる。ECU4によって電流値を監視している場合に、一次遅れ電流値を別途に得るための手段を用いることなく、ECU4の内部において監視されている電流値を周期的に加算することで行うことができ、加算演算が一般にECUなどの演算装置にとって負荷の軽い演算であることから、多大な計算時間を要することなく、開弁過励磁動作から保持動作へ移行する時期を算出し、切り換え動作を正確に行うことが可能となる。

【0071】一次遅れ検出手段40を用いない場合、開弁過励磁から保持励磁への切り換え動作は、開弁過励磁動作における電流値があるしきい値を超えたことを検知して行うことができる。上記しきい値は、燃料噴射装置の使用環境条件、すなわち供給燃料圧力、温度、コイルの内部抵抗、配線の抵抗、電源電圧などによって決定すると良い。

【0072】図8は、シリンダ51内に直接燃料を噴射するように設けた電磁式の燃料噴射弁2と、燃料圧力センサ50と、アキュムレータ52と、高圧ポンプ53と、フィードポンプ54と、燃料タンク55とを備えた内燃機関を示している。

【0073】図8に示されたように、燃料の配管中に燃料圧力を測定する圧力センサ50を設け、該圧力センサ50とECU4とを接続することによって、ECU4は燃料圧力に関する情報を得ることができ、この燃料圧力に基づいて前記しきい値を決定することができる。なお、圧力センサ50はA/D変換器を介してECU4に接続されても良い。また、電源27および28の出力とECU4とを接続することによって、ECU4は電源電圧に関する情報を得ることができ、この電源電圧に基づいて前記しきい値を決定することができる。なお、電源の出力部はA/D変換器を介してECU4と接続されていてもよい。

【0074】例えば、供給燃料圧力が高い場合にはしきい値を大きくすることで必要な磁気吸引力を得ることができ、確実に開弁動作を行うことができる。また、コイルの内部抵抗が大きく、電源電圧が低いような場合には、必要な磁気吸引力に達するまでの時間が長く、したがって電流値の一次遅れである磁気吸引力は、磁気吸引力が短時間で目標値に到達する場合と比べて、磁気吸引力と電流値の比が大きくなるため、しきい値を下げることで過剰に磁気吸引力が発生してしまうことを避けることができ、したがって確実に開弁しながらも短いTiパルス幅での燃料噴射量制御の精度を確保することができる。

【0075】また、開弁過励磁から保持励磁への切り換え動作は、開弁励磁動作を行う時間を限定することでも行える。開弁過励磁動作を行う時間は、燃料噴射装置の使用環境条件、すなわち供給燃料圧力、温度、コイルの内部抵抗、配線の抵抗、電源電圧などによって決定すると良い。

【0076】例えば供給燃料圧力が高い、電源電圧が低い、配線の抵抗が高い、コイルの内部抵抗が高い、などの負荷の大きい状態において、開弁過励磁の時間を延長することで、開弁を確実にすることができる。また供給燃料圧が低い、電源電圧が高い、配線の抵抗が低い、コイルの内部抵抗が低い、などの負荷の小さい状態において、開弁過励磁の時間を短縮することで、過剰な磁気吸引力の投入を抑制し、その結果短いTiパルス幅での燃

料噴射量制御の精度を確保することができる。

【0077】上記のように開弁過励磁動作の時間を限定することによる場合、開弁過励磁動作から保持動作への切り換えは電流制御回路29に代わってECU4が決定しても良い。すなわち、ECU4が開弁過励磁動作の時間幅を持ったパルスをスイッチ23に出力すれば良い。

【0078】本発明による燃料噴射装置を、例えば電圧の高い側の電源電圧を42V、電圧の低い側の電源電圧を14Vの電源に接続して用いる場合、燃料噴射装置のコイルの巻数が80～120回程度と比較的少ない場合には電源電圧およびコイルの抵抗値の変化に対して開弁過励磁動作の電流波形の変化が大きくなるが、電流の一次遅れに基づく開弁過励磁動作の時間制御により、適切に開弁過励磁動作の時間を限定することができ、噴射量の制御精度を損なうことがない。また、コイルの巻数が120～200回程度と比較的多い場合においては、コイルの抵抗値が1.5～2.5Ωと比較的大きい場合に、開弁過励磁動作中の電流の時間変化率が小さくなり、したがって電流値にしきい値を設けて開弁過励磁動作時間を決定する場合には、電源電圧の変化およびコイル抵抗値の変化に対して開弁過励磁動作時間が変化して噴射量制御精度を損なうが、本発明による一次遅れ電流値あるいは電流値の積分値に基づく開弁過励磁動作時間の制御を行うことによって、開弁過励磁動作時間を適切に制御でき、噴射量制御精度を損なうことがない。

【0079】図8の内燃機関に上記実施形態の燃料噴射装置1を採用する場合、1回の燃焼につき時間的に近接した2回の噴射を行うことにより、安定した燃焼を得ることができる。本実施形態では、バッテリー電圧を昇圧することなく燃料噴射弁2に印加しているので、昇圧のためのコンデンサを用いる必要がない。従って、容量不足によってコンデンサが放電してしまうことに対する配慮が不要で、近接した燃料噴射を安定して行うことができる。

#### 【0080】

【発明の効果】本発明によれば、電圧の異なる二電源を備え、開弁時に高い電圧、保持時に低い電圧を印加できるようにしたことで、応答性が良く燃料噴射に好適な燃料噴射装置を低コストで提供できる。

【0081】さらに、電流の一次遅れ値あるいは時間積

分値を検知して開弁過励磁と保持励磁とを切り換えるようにしたので、電源の電圧、コイルの内部抵抗値などに変動があった場合においても、所望の磁気吸引力を発生させることができ、確実な開弁動作が可能となり、さらに切換時期における磁気吸引力の変動を抑えて、噴射量制御の精度を確保することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における燃料噴射装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の一実施形態における燃料噴射装置の駆動動作を示すタイムチャートである。

【図3】本発明の一実施形態における燃料噴射装置の駆動における磁気吸引力と弁体動作を示すタイムチャートである。

【図4】本発明の一実施形態において電源電圧の変動に対してコイル電流値による補償を行った燃料噴射装置の駆動動作を示すタイムチャートである。

【図5】本発明の一実施形態において一次遅れ電流値によって電源電圧の変動補償を行った燃料噴射装置の駆動動作を示すタイムチャートである。

【図6】本発明の一実施形態を用いた場合の燃料噴射量とTiパルス幅の関係を示す関係図である。

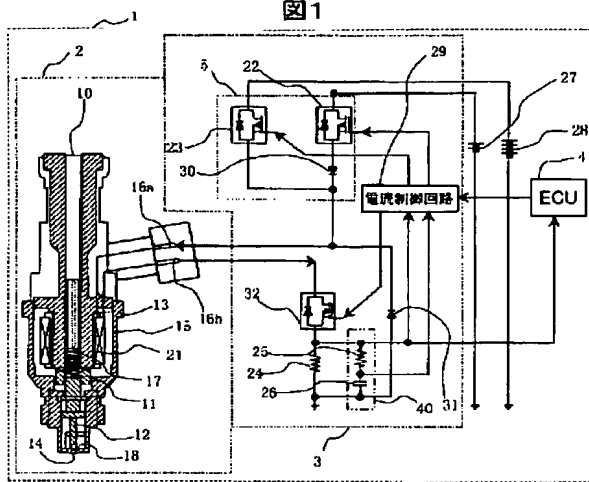
【図7】本発明の一実施形態において一次遅れ電流値を電流制御に用いた場合の駆動動作を示すタイムチャートである。

【図8】本発明を内燃機関に搭載した場合の接続を示す配線図である。

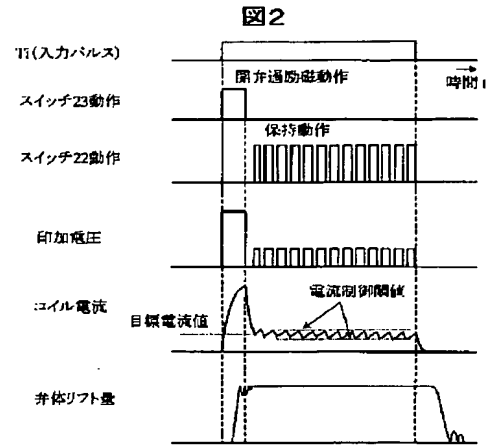
#### 【符号の説明】

1…燃料噴射装置、2…燃料噴射弁、3…駆動回路、4…ECU、5…切換手段、10…燃料通路、11…アンカー、12…弁体、13…コア、14…噴口、15…ヨーク、16a…プラス側端子、16b…グラウンド側端子、17…コイルばね、18…弁座、21…ソレノイドコイル、22…電氣的スイッチ、23…電氣的スイッチ、24…電流検出抵抗、25…抵抗器、26…コンデンサ、27…低電圧側電源、28…高電圧側電源、29…電流制御回路、30…ダイオード、31…選流ダイオード、32…電氣的スイッチ、40…一次遅れ電流検出手段。

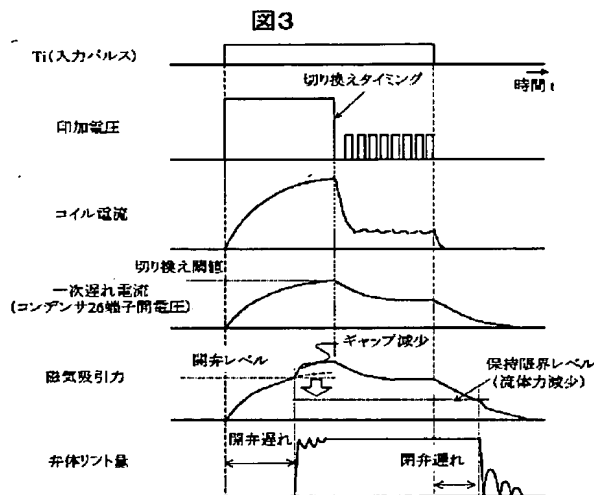
【図1】



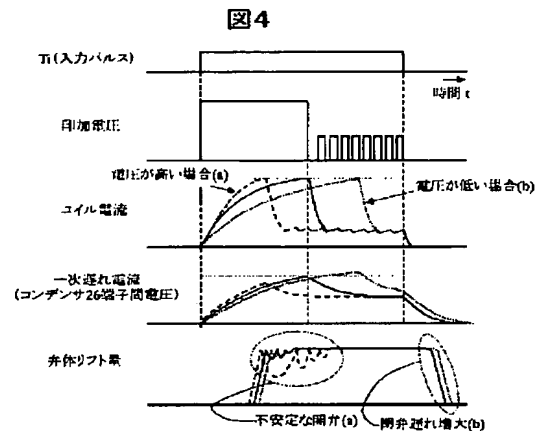
【図2】



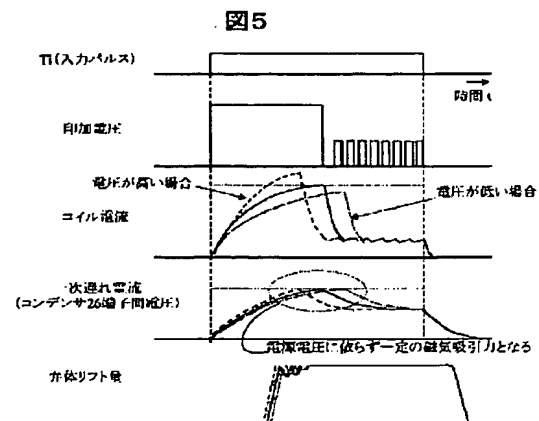
【図3】



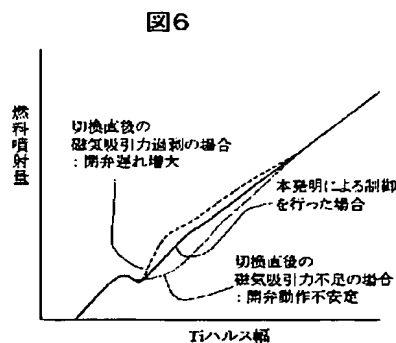
【図4】



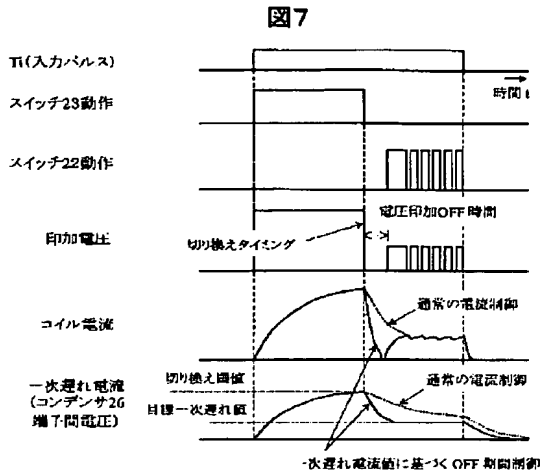
【図5】



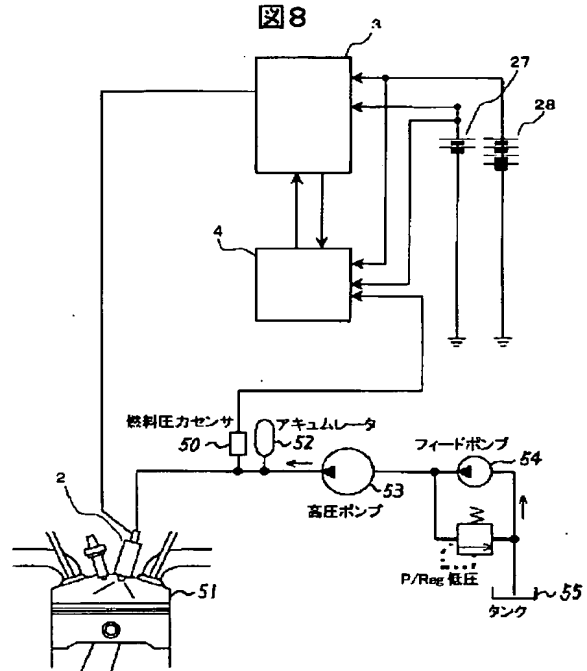
【図6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 山門 誠  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 門向 裕三  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 石川 亨  
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器グループ内

(72)発明者 田淵 憲司  
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器グループ内

(72)発明者 蓮沼 隆  
茨城県ひたちなか市高場2477番地 株式会社日立カーエンジニアリング内

F ターム(参考) 3G066 AB02 AD07 BA19 BA51 BA61  
CC05Z CD26 CE29  
3G301 JA14 LB01 LC01 NA04 PG01Z  
PG02Z  
3H106 DA07 DA13 DA23 DB02 DB12  
DB23 DB32 DC02 DC17 DD03  
EE05 EE22 FA01 KK18

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**